

03. 9. 2004

## BEST AVAILABLE COPY

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 18 NOV 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 9月 3日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-310969  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2003-310969]

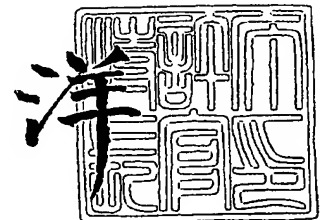
出願人 株式会社小松製作所  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年11月 4日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3092261

【書類名】 特許願  
【整理番号】 P03-033  
【提出日】 平成15年 9月 3日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 C22C 1/08  
F16C 17/00

【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 - 1 株式会社小松製作所生産技術開発センター内  
【氏名】 高山 武盛

【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 - 1 株式会社小松製作所生産技術開発センター内  
【氏名】 大西 哲雄

【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 - 1 株式会社小松製作所生産技術開発センター内  
【氏名】 岡村 和夫

【特許出願人】  
【識別番号】 000001236  
【氏名又は名称】 株式会社小松製作所  
【代表者】 坂根 正弘

【代理人】  
【識別番号】 100097755  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 井上 勉

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 025298  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9723506

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

Mo; 50～80重量%を含有する多孔質焼結体の気孔中において、Pb, Sn, Bi, Zn, Sbの1種以上が主体となり、融点が450℃以下に調整された低融点金属もしくはその合金が充填されていることを特徴とする焼結摺動材料。

**【請求項 2】**

前記多孔質焼結体には、Mo相および青銅相より硬質なMoNi系、MoFe系、MoCo系、FeAl系、NiAl系、NiTi系、TiAl系、CoAl系、CoTi系等の金属間化合物、TiC, WC等の炭化物、TiN, CrN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等の窒化物、NiO, Cu<sub>2</sub>O, CoO, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の酸化物および/またはCaF<sub>2</sub>等のフッ化物の硬質粒子が10体積%以下の範囲で分散されている請求項1に記載の焼結摺動材料。

**【請求項 3】**

少なくともMo; 5～75重量%を必須成分として含有し、残りがSn; 5～20重量%を含有する青銅合金相からなり、かつ相対密度が90%以上の青銅合金-Mo系焼結体からなることを特徴とする焼結摺動材料。

**【請求項 4】**

前記青銅合金-Mo系焼結体には、少なくともTi; 0.1～5重量%が含有されるとともに、Ni; 1～5重量%、Al; 0.5～5重量%、Fe; 0.5～5重量%、P; 0.2～1.5重量%およびPb; 1.5～15重量%のうちの1種以上が含有されている請求項3に記載の焼結摺動材料。

**【請求項 5】**

Mo粉末成形体の焼結と同時に青銅合金系溶浸剤が溶浸されて形成され、かつMo; 30～75重量%を含有する青銅合金-Mo系焼結体からなることを特徴とする焼結摺動材料。

**【請求項 6】**

前記Mo粉末成形体には、予め黒鉛, CaF<sub>2</sub>等の固体潤滑剤; 10～60体積%、および/または硬質粒子分散材が混合されている請求項5に記載の焼結摺動材料。

**【請求項 7】**

前記青銅合金-Mo系焼結体には、Mo相および青銅相より硬質なMoNi系、MoFe系、MoCo系、FeAl系、NiAl系、NiTi系、TiAl系、CoAl系、CoTi系等の金属間化合物、TiC, WC等の炭化物、TiN, CrN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等の窒化物、NiO, Cu<sub>2</sub>O, CoO, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の酸化物および/またはCaF<sub>2</sub>等のフッ化物の硬質粒子が10体積%以下の範囲で分散されている請求項3～6のいずれかに記載の焼結摺動材料。

**【請求項 8】**

前記Moの含有量を35～65重量%の範囲で調整することにより、前記青銅合金-Mo系焼結体の熱膨張係数が $1.1 \sim 1.5 \times 10^{-5}$ にされている請求項3～7のいずれかに記載の焼結摺動材料。

**【請求項 9】**

請求項1～8のいずれかに記載の焼結摺動材料で構成され、かつすべり軸受機能が付与されてなることを特徴とする摺動部材。

**【請求項 10】**

請求項1～8のいずれかに記載の焼結摺動材料を摺動面部位に配するように裏金と一体化してなることを特徴とする摺動部材。

**【請求項 11】**

前記裏金は、熱膨張係数が $1.1 \sim 1.5 \times 10^{-5}$ の範囲にある鋼製、鋳鉄製もしくはAl-Si系合金製のものである請求項10に記載の摺動部材。

**【請求項 12】**

前記焼結摺動材料の前記裏金への一体化は、焼結接合、焼結溶浸接合、ろう付け、かし

め、嵌合、圧入、接着、ボルト締結、クリンチ結合等の方法によるものである請求項 10 または 11 に記載の摺動部材。

【請求項 13】

前記焼結摺動材料は前記裏金に焼結接合により一体化され、当該焼結摺動材料に係る青銅合金相には、0.5重量%以上のTiおよび／またはAlが含有されている請求項 10 ～ 12 のいずれかに記載の摺動部材。

【請求項 14】

請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の焼結摺動材料および／またはその焼結摺動材料で形成される摺動面部を有する摺動部品であって、ターボチャージャ装置に用いられる浮動ブッシュ、タービンのいずれかであることを特徴とする摺動部品。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の摺動部品が少なくとも 1 つ組み込まれてなることを特徴とするターボチャージャ装置。

【請求項 16】

請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の焼結摺動材料で形成される摺動面部を有する摺動部品であって、油圧ピストンポンプおよび／または油圧ピストンモータ装置に用いられるシリンダブロック、バルブプレート、ロッカカム、クレードル、ピストン、ピストンシュー、カムリング、ピントル、ピストンロッド、およびドライブシャフトのうちのいずれかであることを特徴とする摺動部品。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の摺動部品が少なくとも 1 つ組み込まれてなることを特徴とする油圧ピストンポンプおよび／または油圧ピストンモータ装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】焼結摺動材料、摺動部材および摺動部品並びにそれが適用される装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高速・高温摺動、高面圧・高速摺動などのような過酷な摺動条件下での耐焼付き性、耐摩耗性の向上などをねらいとした焼結摺動材料、摺動部材および摺動部品並びにそれが適用される装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、軸受材料としての各種銅合金の選定に関しては、油潤滑状況、摺動速度、摺動面圧等の条件に応じて決められており、油中で使用される場合には比較的軟質な鉛青銅溶製材料（例えばLBC2～5）が用いられることが多いが、高速・高温・油潤滑条件下で使用される例えばターボチャージャの浮動プッシュ用摺動材料としては、高温摺動条件下での耐食性（サルファータック性）の観点から、Pbを含有した快削黄銅系や高力黄銅系合金等が好適に利用されている（例えば、特許文献1参照）。その他、同浮動プッシュ用摺動材料として、Al青銅系溶製材料の検討も成されている（例えば、特許文献2参照）。

## 【0003】

また、高面圧・高速摺動条件下で使用される例えばエンジンメタルでは、鉛青銅系焼結プッシュの摺動面にSn等の軟質金属によるオーバーレイ層を形成し、馴染み性を改善して流体潤滑性を向上させるようにされている。

## 【0004】

また、油圧ポンプ／モータを構成する部品のうち、高面圧・高速条件下で摺動する部品（以下、「摺動部品」という。）では、鉛青銅が鋳包み法などで一体化された材料が構成材として活用され、とりわけ過酷な摺動条件下で使用される摺動部品では、例えば高力黄銅のような高強度で、耐焼付き性、耐摩耗性に優れた材料が構成材として活用されている（例えば、非特許文献1参照）。

## 【0005】

また、特許文献3においては、Sn；4～12重量%またはこれとPb；0.1～10重量%を含有する青銅系および／または鉛青銅系焼結摺動材料中に、Moを0.5～5重量%またはFe-Moを0.5～15重量%添加することにより、優れた潤滑性能、油に対する親和性、低摩擦係数および高耐摩耗性を具備する焼結摺動材料を得ることができるといった内容が開示されている。

## 【0006】

また、特許文献4においては、Ni；5～30重量%、Sn；7～13重量%およびP；0.3～2重量%を含有する銅合金粉末に、Mo；1～5重量%と黒鉛粉末1～2.5重量%とを混合した混合粉末を加圧焼結することでプレス機のウェアプレート等に使用されて好適な自己潤滑性を有する焼結銅合金が得られるといった内容が開示されている。

## 【0007】

【特許文献1】特公平5-36486号公報

【特許文献2】特開平5-214468号公報

【特許文献3】特開平7-166278号公報

【特許文献4】特公平6-6725号公報

【非特許文献1】日本非鉄金属鋳物協会編集「銅合金鋳物のエンジニアリング・データブック」素形材センター、昭和63年7月30日発行、p. 134-P155

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかしながら、例えばターボチャージャにおける浮動プッシュの構成材として用いられて好適な特許文献1または特許文献2に係る鉛青銅系材料や鉛を含有する高力黄銅系、Al

1 青銅系摺動材料に対する近年の要求は、より高速、高温摺動下での耐焼付き性と耐摩耗性の向上にあるとともに、ターボチャージャの始動時等の潤滑条件が悪い条件下にあっても、優れた耐焼付き性、耐摩耗性および耐食性を発揮することが望まれているが、これら摺動材料では、(1) 摺動面近傍においてPb溶出後のPb欠乏層が形成されること(図13(a)~(c)参照)、また(2) ターボチャージャの稼動を停止させた後においても、タービンからの熱伝導によって軸受部の温度が400℃前後の高温になり、このため摺動面につながるPb痕に潤滑油中のSとの反応によって形成されるCuSやスラッジが堆積される層が形成される(図14(a)~(c)参照)ことなどのために、Pbによる潤滑能が低下して、耐焼付き性、耐久性(寿命の延長化)に対する本質的な改善ができないという問題点がある。さらに、近年の環境問題の観点から、材料中に多量のPbが含まれるのは好ましくないという問題点もある。

#### 【0009】

また、油圧ポンプ/モータにおいては、近時、高圧力化やコンパクト化の傾向にあるため、当該油圧ポンプ/モータを構成する摺動部品に対して、耐焼付き性および耐摩耗性の向上が望まれているが、非特許文献1に係る従来の鉛青銅、青銅、黄銅系の摺動材料では、高出力化やコンパクト化を図る上での強度、耐焼付き性、耐摩耗性の点で不十分であるという問題点がある。

#### 【0010】

また、特許文献3に係る焼結摺動材料において、青銅合金相を母相として摺動面積に占める~5面積%もしくは~15面積%のFe-55~70重量%Mo(フェロモリブデン相)によって形成される潤滑機能だけでは、前述のターボチャージャ用浮動ブッシュのような高温・高速摺動条件下において、相手部材との局所的な金属接触による凝着部の形成が十分に防止されずに凝着摩耗が進行し、耐馴染み性、耐焼付き性および耐摩耗性が十分に達成されないという問題点や、硬質なMoFe(フェロモリブデン)粒子が摺動相手材料に対して顕著にアタックするという問題点がある。なお、Moの添加量を5重量%以上とすることで摺動特性を改善できることが容易に想像されるが、この場合、当該焼結摺動材料の組織強度を低下させてしまうという新たな問題が生じてしまう。さらに、Pb, Moの添加量から、前述のPb流出による凝着防止、並びにMoによる凝着防止が十分に図られないという問題点もある。

#### 【0011】

また、プレス機のウェアプレート等に使用されて好適な自己潤滑性を有する特許文献4に係る焼結銅合金材料では、当該焼結銅合金材料中に分散される黒鉛やMoS<sub>2</sub>等の軟質な固体潤滑剤の添加量が2.5重量%を超えた場合、その強度が顕著に低下するという問題点がある。

#### 【0012】

本発明は、以上に述べたような問題点に鑑みてなされたもので、高速・高温摺動や高面圧・高速摺動下においても摺動時の馴染み性に優れて良好な耐焼付き性、耐摩耗性を示す焼結摺動材料、摺動部材および摺動部品並びにそれが適用される装置を提供することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0013】

前記課題を解決するにあたり、本発明者らは、Mo金属もしくはMo合金相が、1) 例えば前述のターボチャージャ装置において、稼動停止後におけるタービンからの熱伝導によって軸受温度が約400℃になり、このような時に再稼動した場合でもFe等との凝着時に発生する熱に対して強い耐力を有するとともに化学的にもFe等との合金化が起こり難い、2) 潤滑油に含有されるSや雰囲気中のO<sub>2</sub>との反応によって摺動面に潤滑性に富んだ皮膜(MoS<sub>2</sub>, MoO<sub>3</sub>)が形成され易い、3) 相手材料に対するアタック性が極めて少ない、などの特性を有することに着目し、Mo金属もしくはMo合金相粒子を適正に分散させた銅合金系焼結材料やMoを主体とする高密度な焼結材料を摺動材料として用いれば極めて良好な摺動特性を得ることができることを知見して、本発明を完成するに至

った。

#### 【0014】

要するに前記目的を達成するために、第1発明による焼結摺動材料は、  
Mo; 50~80重量%を含有する多孔質焼結体の気孔中において、Pb, Sn, Bi, Zn, Sbの1種以上が主体となり、融点が450℃以下に調整された低融点金属もしくはその合金が充填されていることを特徴とするものである。

#### 【0015】

本発明によれば、前記耐焼付き性に優れたMoを主体とする金属もしくは合金を母相として、さらにPb等潤滑成分の摺動面への供給性が十分確保される組織構造となっていることから、高速・高温摺動下においても摺動時の馴染み性に優れて良好な耐焼付き性、耐摩耗性を示す摺動材料を得ることができる。

#### 【0016】

また、前記Mo; 50~80重量%を含有するMoを主体とする多孔質焼結体においては、多孔質焼結体の強度の改善と経済性を図るために、Fe, Cu, Ni, Coの1種以上が配合されて良いことは明らかであり、気孔率は鉛青銅のPb含有体積%を考慮した場合に7.5体積%以上であって、あるいは、前記低融点金属等の溶浸性を考慮した場合においては10体積%以上であることが好ましいことは明らかである。

#### 【0017】

なお、前記低融点金属もしくはその合金の溶浸性をより改善するためには、少なくともPbとMoとの親和性に優れたTi, Mg, Te, Ca, Ba, Seの1種以上および/またはPbへの固溶性に優れたMoとの親和性に優れたCu, Ni, Co, Alの1種以上が含有されることが必要であることは明らかである。

#### 【0018】

第1発明において、前記多孔質焼結体には、Mo相および青銅相より硬質なMoNi系、MoFe系、MoCo系、FeAl系、NiAl系、NiTi系、TiAl系、CoAl系、CoTi系等の金属間化合物、TiC, WC等の炭化物、TiN, CrN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等の窒化物、NiO, Cu<sub>2</sub>O, CoO, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の酸化物および/またはCaF<sub>2</sub>等のフッ化物の硬質粒子が10体積%以下の範囲で分散されているのが好ましい(第2発明)。こうすると、耐摩耗性を更に改善することができる。なおここで、摺動相手材料に対するアタック性を考慮する必要がある場合には、前記硬質粒子の分散を5体積%以下に留めるのが良い。さらに、焼結体中に分散される前記硬質粒子としてはMo粒子径よりも大きいものを選択して、Mo粒子間の焼結性を阻害しないようにすることが好ましい。

#### 【0019】

さらに、前記目的を達成するために、第3発明による焼結摺動材料は、  
少なくともMo; 5~75重量%を必須成分として含有し、残りがSn; 5~20重量%を含有する青銅合金相からなり、かつ相対密度が90%以上の青銅合金-Mo系焼結体からなることを特徴とするものである。

#### 【0020】

本発明によれば、高速・高温摺動および高面圧・高速摺動下においても摺動時の馴染み性に優れて良好な耐焼付き性、耐摩耗性を示す摺動材料を得ることができる。

#### 【0021】

なお、本発明においては、Moの下限添加量が、潤滑状況の悪い状態での耐焼付き性を明確に改善し始める5重量%とされているが、より好ましい下限量は、純Moからなる摺動材料とほぼ同じ摺動特性が得られる10重量%である。また、Moの上限添加量は、経済的な観点と後述する溶浸焼結による簡便な製造方法とを考慮して75重量%としたが、60重量%程度に留めるのがより好ましい。

#### 【0022】

ところで、Moの添加量を5重量%以上にするによって、青銅系、鉛青銅系の焼結材料においてはその組織強度が低下する恐れがあることが知られている(例えば、特許文

献3参照)。

#### 【0023】

そこで、5重量%以上のMo添加量による焼結体組織の強度低下を確実に防止するために、前記第3発明において、前記青銅合金-Mo系焼結体には、少なくともTi; 0.1~5重量%が含有されるとともに、Ni; 1~5重量%、Al; 0.5~5重量%、Fe; 0.5~5重量%、P; 0.2~1.5重量%およびPb; 1.5~15重量%のうちの1種以上が含有されているのが好ましい(第4発明)。ここで、Tiは、Cuの融点を顕著に下げること(Cu-5重量%Tiの液相発生温度885℃)や、Pb、Snとの共存下で濡れ性を顕著に改善し、かつMoとの反応で焼結性を阻害する金属間化合物を形成しない元素であることから、当該焼結体の焼結性を顕著に改善するものであり、かつ共存するCu合金相の強度を顕著に改善する元素として良く知られているものである。また、PbはMo中へは殆ど固溶しないが液相PbはMoを顕著に固溶させることから、PbもMoの焼結性を促進するものであるといえる(この特性は後述するMo-Cu合金系焼結体の焼結実験において確認されている)。

#### 【0024】

この第4発明において、TiとPbの共存によって濡れ性が改善されることは前述の通りであるが、さらにTiとPbを共存させることはPbを均一に分散させる上で極めて効果的である。このようにして摺動材料中にPbが均一に分散されると、摺動面におけるPb欠乏層の発生を防止することができ、Pb化合物が具備する固体潤滑性能を良好に発現させることができる(本出願人の先願に係る特開平11-217637号公報参照)。したがって、本発明によれば、例えばターボチャージャ装置における高速摺動面部位に配されて好適な摺動材料を得ることができる。また、Pbの均一分散性の改善、Pb系化合物の形成という観点からすれば、Ti以外にMg, Ca, Ba, Zr, La, Li, Se, Sm, Teの1種以上が0.5~10重量%含有されるのが好ましいことは明らかである(同公報参照)。

#### 【0025】

さらに、第4発明において、摺動面でのサルファーアタックを改善する観点から、前記青銅合金-Mo系焼結体中には、Al; 0.5~5重量%、Ni; 1~5重量%、Zn; 1~15重量%、Si; 0.5~2重量%のうちの1種以上が含有されていることが好ましく、特にAl, Niを添加することは当該青銅合金-Mo系焼結体の強度改善の点からも好ましい。また、高密度な青銅合金-Mo系焼結体とするための焼結途中においてたびたび生じる発泡現象や発汗現象を防止するために、当該青銅合金-Mo系焼結体には、Ti, Al, Si, P, Feのうちの1種以上を0.1~2重量%の範囲内で添加しておくことが好ましい。

#### 【0026】

なお、第4発明において、前述列举の合金元素の添加方法については、各合金元素の素金属粉末および/または母合金、金属間化合物の形態で添加される。また、例えばターボチャージャ装置における浮動プッシュの一構成材として好適に用いられる銅系摺動材料において、前述の特許文献1および特許文献2に記載される材料中のPb添加量から推察すると、1.5~15重量%のPb相が分散析出していることが分かることから、本発明においてPb添加量は1.5~15重量%が好ましいこととした。また、前記青銅合金-Mo系焼結体中の銅合金相には、従来の鉛青銅、磷青銅、Al青銅などの青銅系および/または各種黄銅系の摺動材料で用いられるSn, Pb, Zn, Al, Si, P, Fe, Be, Ag, Mn, Cr等の元素のいずれかが通常の範囲で含有されても良い。

#### 【0027】

ところで、(A)例えば10μm以下のMo金属粉末を5~70重量%Moとなるように青銅粉末と混合して焼結すると、Mo粒子が凝集したMo相と青銅合金相とからなる組織構造となり、摺動特性が十分発揮されない場合がある、また(B)一般に青銅合金の焼結性を阻害する硬質粒子を焼結原料中に多量に添加して焼結を行うと、顕著な焼結阻害が引き起こされる場合がある。



## 【0028】

これら (A) (B) のような不具合を防止するために、第5発明による焼結摺動材料は

Mo 粉末成形体の焼結と同時に青銅合金系溶浸剤が溶浸されて形成され、かつ Mo ; 30 ~ 75 重量% を含有する青銅合金-Mo 系焼結体からなることを特徴とするものである。

## 【0029】

本発明によれば、焼結体中に青銅合金相が分散される組織構造となり摺動特性が発揮され、さらに焼結性の阻害を回避することができる。

## 【0030】

なおここで、前記溶浸工程においては、Mo 成形体を一旦 900 ~ 1250 °C の温度範囲で焼結し、得られた Mo 焼結体に対して別工程で青銅合金系溶浸剤を溶浸するようにしても良いことは明らかである。また、第5発明において、Mo 成形体を構成する Mo 粉末の平均粒径を小さくすればするほど組織的均一性が顕著に増大し、例えば平均粒径が 0.7  $\mu\text{m}$  の Mo 粉末粒子で構成される Mo 成形体を焼結すると同時に当該 Mo 成形体に対して青銅合金系溶浸剤を溶浸すると、得られた焼結体は 1  $\mu\text{m}$  以下の微細な青銅合金相が分散される組織構造となり、これによって硬さおよび強度が顕著に改善される。

## 【0031】

ところで、より良い耐焼付き性を実現するために添加される固体潤滑剤を焼結体中に多量に分散させると、顕著な強度劣化が引き起こされる場合がある。

## 【0032】

このような不具合を防止するために、第5発明において、前記 Mo 粉末成形体には、予め黒鉛、CaF<sub>2</sub> 等の固体潤滑剤；10 ~ 60 体積%、および／または硬質粒子分散材が混合されているのが好ましい（第6発明）。この第6発明に係る焼結摺動材料において、自己潤滑性を高める固体潤滑剤を含有させる場合、軟質な固体潤滑剤の粒子径は Mo 粉末の粒子径の5倍程度に調整して、焼結後の固体潤滑剤への応力集中を軽減しその強度改善を図ることが必要であり、このため Mo 成形体を、平均粒径が 10  $\mu\text{m}$  以下の Mo 粉末で構成し、さらに固体潤滑剤の平均粒径を 30  $\mu\text{m}$  以上とすることが好ましい。また、固体潤滑剤による自己潤滑性が5体積%以上で確認され始めることはよく知られているが、より十分な自己潤滑性を得るためには10体積%以上であることが好ましく、さらに60体積%以上では強度劣化が問題になることから、第6発明において固体潤滑剤の含有量を10 ~ 60 体積%とした。

## 【0033】

また、第3発明乃至第6発明において、前記青銅合金-Mo 系焼結体には、Mo 相および青銅相より硬質な MoNi 系、MoFe 系、MoCo 系、FeAl 系、NiAl 系、NiTi 系、TiAl 系、CoAl 系、CoTi 系等の金属間化合物、TiC、WC 等の炭化物、TiN、CrN、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等の窒化物、NiO、Cu<sub>2</sub>O、CoO、TiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等の酸化物および／または CaF<sub>2</sub> 等のフッ化物の硬質粒子が10体積%以下の範囲で分散されているのが好ましい（第7発明）。こうすると、耐摩耗性を更に改善することができる。なおここで、摺動相手材料に対するアタック性を考慮する必要がある場合には、前記硬質粒子の分散を5体積%以下に留めるのが良い。さらに、焼結体中に分散される前記硬質粒子としては Mo 粒子径よりも大きいものを選択して、Mo 粒子間の焼結性を阻害しないようにすることが好ましい。

## 【0034】

第3発明乃至第7発明において、前記 Mo の含有量を 35 ~ 65 重量% の範囲で調整することにより、前記青銅合金-Mo 系焼結体の熱膨張係数が  $1.1 \sim 1.5 \times 10^{-5}$  にされているのが好ましい（第8発明）。例えば、支持体に形成された軸受面とタービンの軸部との間に浮動プッシュが介挿されてなるターボチャージャ装置においては、タービンの軸部と浮動プッシュとの間のクリアランス、および浮動プッシュと支持体との間のクリアランスがそれぞれ厳重に管理されて、高速回転時の潤滑油による流体潤滑性が確保され

るようにされており、一般に鋼製であるタービンの軸部や鋳鉄製の支持体との熱膨張差（鋼、鋳鉄の熱膨張係数； $1.1 \sim 1.5 \times 10^{-5}$ ）による浮動ブッシュとのクリアランス量が大きく変化しないようにすることが、摺動抵抗性を増して焼付き等の不具合を未然に防ぐことになる。本発明によれば、Moの含有量を35～65重量%の範囲で調整することにより、前記青銅合金—Mo系焼結体の熱膨張係数が $1.1 \sim 1.5 \times 10^{-5}$ にされているので、例えば前記浮動ブッシュの構成材料として、または同浮動ブッシュの摺動面部位に配される摺動材料として用いられて好適な焼結摺動材料を得ることができる。

#### 【0035】

次に、第9発明による摺動部材は、

第1発明～第8発明のいずれかに係る焼結摺動材料で構成され、かつすべり軸受機能が付与されてなることを特徴とするものである。

#### 【0036】

本発明によれば、高速・高温摺動および高面圧・高速摺動下で使用されるすべり軸受として用いられて好適な摺動部材を得ることができる。

#### 【0037】

また、第10発明による摺動部材は、

第1発明～第8発明のいずれかに係る焼結摺動材料を摺動面部位に配するように裏金と一体化してなることを特徴とするものである。

#### 【0038】

本発明によれば、裏金によって剛性が確保されるので、当該裏金に一体化される焼結摺動材料は所期の摺動性能を発揮させるに必要な分だけで済むことになり所望の摺動性能を確保しつつ低コスト化を図ることが可能になる。

#### 【0039】

第10発明において、前記裏金は、熱膨張係数が $1.1 \sim 1.5 \times 10^{-5}$ の範囲にある鋼製、鋳鉄製もしくはAl—Si系合金製のものとすると（第11発明）、例えば前述のターボチャージャ装置における浮動ブッシュとして用いられて好適な摺動部材とすることができる。

#### 【0040】

第10発明または第11発明において、前記焼結摺動材料の前記裏金への一体化は、焼結接合、焼結溶浸接合、ろう付け、かしめ、嵌合、圧入、接着、ボルト締結、クリンチ結合等の方法によるものであるのが良い（第12発明）。

#### 【0041】

ところで、前記青銅合金—Mo系焼結体においてはCu合金の液相焼結過程において高密度化が図られていることから、裏金に対して前記焼結摺動材料を焼結接合することで、両者を極めて簡便に一体化することができることは明らかである。また、前記青銅合金—Mo系焼結体に少なくともTiが含有されることによって、顕著に焼結接合性が高められるので、裏金材として安価な黒鉛が分散した鋳鉄を利用することができることも明らかである。さらに、例えば、鋼や鋳鉄製の円筒状裏金内周面に前記焼結摺動材料を焼結接合する場合においては、前記青銅合金—Mo系焼結体に当該青銅合金—Mo系焼結体を膨張させるAlおよび／またはSiを添加することが好ましく、同時に最終焼結温度においてはその焼結体が高密度になるようにTi, Ni, Sn等の添加量を調整することがより好ましいことは明らかである（本出願人の先願に係る特開平10-196552号公報参照）。

#### 【0042】

そこで、第10発明乃至第12発明において、前記焼結摺動材料は前記裏金に焼結接合により一体化され、当該焼結摺動材料に係る青銅合金相には、0.5重量%以上のTiおよび／またはAlが含有されているのが好ましい（第13発明）。

#### 【0043】

次に、第14発明による摺動部品は、

第1発明～第8発明のいずれかに係る焼結摺動材料および／またはその焼結摺動材料で

形成される摺動面部を有する摺動部品であって、ターボチャージャ装置に用いられる浮動プッシュ、タービンのいずれかであることを特徴とするものである。

【0044】

本発明によれば、高面圧・高速摺動下においても摺動時の馴染み性に優れて良好な耐焼付き性、耐摩耗性を示す摺動部品を提供することができる。

【0045】

続いて、第15発明によるターボチャージャ装置は、  
第14発明に係る摺動部品が少なくとも1つ組み込まれてなることを特徴とするものである。

【0046】

本発明によれば、耐焼付き性、耐摩耗性に優れたターボチャージャ装置を得ることができる。

【0047】

次に、第16発明による摺動部品は、

第1発明～第8発明のいずれかに係る焼結摺動材料で形成される摺動面部を有する摺動部品であって、油圧ピストンポンプおよび／または油圧ピストンモータ装置に用いられるシリンダブロック、バルブプレート、ロッカカム、クレードル、ピストン、ピストンシュー、カムリング、ピントル、ピストンロッド、およびドライブシャフトのうちのいずれかであることを特徴とするものである。

【0048】

本発明によれば、高面圧・高速摺動下においても摺動時の馴染み性に優れて良好な耐焼付き性、耐摩耗性を示す摺動部品を提供することができる。

【0049】

続いて、第17発明による油圧ピストンポンプおよび／または油圧ピストンモータ装置は、  
第16発明に係る摺動部品が少なくとも1つ組み込まれてなることを特徴とするものである。

【0050】

本発明によれば、当該油圧ピストンポンプおよび／または油圧ピストンモータ装置の高圧化、高速化およびコンパクト化を図ることができる。

【発明の効果】

【0051】

以上に述べたように、本発明によれば、高速・高温摺動や高面圧・高速摺動下においても摺動時の馴染み性に優れて良好な耐焼付き性、耐摩耗性を示す焼結摺動材料、摺動部材および摺動部品並びにそれが適用される装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0052】

次に、本発明による焼結摺動材料、摺動部材および摺動部品並びにそれが適用される装置の具体的な実施の形態につき、図面を参照しつつ説明する。

【0053】

(第1の実施形態)

図1には、本発明の第1の実施形態に係るターボチャージャ装置の概略構造説明図が示されている。

【0054】

本実施形態に係るターボチャージャ装置1は、主に、タービンシャフト2と、このタービンシャフト2で連結されるタービンホイール3およびコンプレッサホイール4と、センタハウジング(支持体)5に形成された軸受面とタービンシャフト2との間に介挿される浮動プッシュ6とを備え、図示省略されるエンジンからの排気ガスを利用してタービンホイール3を回転させることにより、そのタービンホイール3と同軸上に配されたコンプレッサホイール4を回転作動させ、そしてそのコンプレッサホイール4から多量の空気をエ

エンジンの燃焼室に送り込むように構成されている。

#### 【0055】

本実施形態においては、図2(a)に示されるように、前記センタハウジング5に形成された軸受面に摺接する浮動ブッシュ6の外周面、および前記タービンシャフト2に摺接する浮動ブッシュ6の内周面には、それぞれ本発明に係る焼結摺動材料7が一体化されることで形成される摺動面部が配されている。なお、符号8にて示されるのは、油供給用孔である。

#### 【0056】

本実施形態によれば、前記センタハウジング5に形成された軸受面に摺接する浮動ブッシュ6の外周面、および前記タービンシャフト2に摺接する浮動ブッシュ6の内周面に、それぞれ本発明に係る焼結摺動材料7が一体化されることで形成される摺動面部が配されているので、耐焼付き性、耐摩耗性に優れたターボチャージャ装置1を得ることができる。しかも、従来のPbを含有してなる浮動ブッシュにおいて問題とされていた、Pbの欠乏およびCuSの堆積によって引き起こされる潤滑能力の低下や、環境悪化の問題を招くようなことがないという利点がある。

#### 【0057】

なお、本実施形態のターボチャージャ装置1においては、タービンシャフト2と浮動ブッシュ6との間のクリアランス、および浮動ブッシュ6とセンタハウジング5との間のクリアランスがそれぞれ厳重に管理されて、高速回転時の潤滑油による流体潤滑性が確保されるようにされており、一般に鋼製であるタービンシャフト2や鋳鉄製のセンタハウジング5との熱膨張差による浮動ブッシュ6とのクリアランス量が大きく変化しないようにすることが、摺動抵抗性を増して焼付き等の不具合を未然に防ぐことになることは明らかである。したがって、本実施形態における浮動ブッシュ6の基材材料としては、熱膨張係数が $1.1 \sim 1.5 \times 10^{-5}$ の鋼、鋳鉄、Fe系焼結材料であることが経済的な観点からも好ましい。ここで特に、浮動ブッシュ6の基材材料として潤滑油を含有できる多孔質Fe基合金系焼結材料を採用すると、稼動初期において潤滑油が十分に供給されない状態での凝着を確実に防止することができるという利点がある。

#### 【0058】

また、前記浮動ブッシュ6の内周面に前記焼結摺動材料7を一体化するのが困難である場合には、図2(b)に示されるように、前記センタハウジング5に形成された軸受面に摺接する浮動ブッシュ6'の外周面、および浮動ブッシュ6'の内周面に摺接するタービンシャフト2'の外周面に、それぞれ本発明に係る焼結摺動材料7'を一体化することで形成される摺動面部を配するようにするのが良い。このようにしても、本実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0059】

また、本実施形態の浮動ブッシュ6(6')およびタービンシャフト2(2')における各基材への前記焼結摺動材料7(7')の一体化の手段としては、かしめ、圧入、嵌合、クリンチ、焼結接合、溶浸接合、接着、ボルト締め、ろう付け等が挙げられるが、一体化の接合強度的な観点からすると、焼結接合、溶浸接合、ろう付けが好ましい。

#### 【0060】

また、前記焼結摺動材料7(7')の歩留りを高めるためと、潤滑油による流体潤滑性を高める経常的対策として、円筒状に成形される前記焼結摺動材料7(7')に所要の丸孔やスリットを形成し(図3参照)、この丸孔やスリットが形成された焼結摺動材料7A、7Bを、摺動面部に配するように前記浮動ブッシュ6(6')およびタービンシャフト2(2')の各基材に一体化するのが好ましい。

#### 【0061】

また、前記各焼結摺動材料7(7')を作製する際に成形されるMoを主体とした薄肉円筒状の成形体を製造する方法としては、微細なMo粉末を原料とすることから(後の実施例にて詳述する)、原料粉末に有機系潤滑剤をその原料粉末に対して2~8重量%を添加してなる造粒粉末をプレス成形する方法、有機系潤滑剤を原料粉末に対して6~12重

量%添加した混練原料を射出成形もしくは押出し成形する方法、液体媒体にMo粉末を分散させて成形する混漿法などが好適な例として挙げられる。

#### 【0062】

また、前記焼結摺動材料7(7')において、耐凝着性としてはMo金属相を主体とした、Moを主体とする合金相であっても良いことは明らかであり、また、Moとほぼ同様の機能を発揮すると予想されるW金属相についても適用されることは明らかである。

#### 【0063】

また、耐凝着性に優れた硬質粒子を0.1~5重量%の範囲で前記焼結摺動材料7(7')に分散させれば、当該焼結摺動材料7(7')の耐摩耗性が顕著に向上されるのは明らかである。したがって、前記焼結摺動材料7(7')に、TiN, CrN, TiC, WC等のような窒化物、炭化物、炭窒化物、その他のSiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>等からなる熱衝撃性の高い酸化物、複合酸化物やFe<sub>3</sub>P等の燐化物、NiAl, Fe<sub>3</sub>Al, TiAl, FeCo, MoFe, Fe<sub>2</sub>Ti系等の金属間化合物などが含有されるのが好ましい。

#### 【0064】

(第2の実施形態)

図4には、本発明の第2の実施形態に係る斜板式油圧ピストンポンプの要部構造説明図が示されている。

#### 【0065】

本実施形態に係る斜板式油圧ピストンポンプ11においては、ドライブシャフト12とシリンダブロック13とが同軸上に配置され、シリンダブロック13と共に回転するピストン14の一端部に嵌め込まれる球状頭部を有してなるピストンシュー15を、ドライブシャフト12に対して傾斜配置されるロッカカム16に対して摺動させることにより、ピストン14をシリンダブロック13内で往復運動させ、これによりバルブプレート17の吸入ポート17aを介して吸い込まれた油を高圧にしてそのバルブプレート17の吐出ポート17bから吐出するように構成されている。なお、ロッカカム16の傾斜は、クレードル18との摺動面に沿った回転により変更され、吐出油量の調整に用いられる。

#### 【0066】

ところで、この斜板式油圧ピストンポンプ11の高出力化で不可欠なことは、油圧の高圧化と高流量化であって、ピストンシュー15とロッカカム16との摺動性の改善、並びにロッカカム16とピストン14との傾斜角度を大きくとることによって高圧油の吐出量を多くすることが重要である。そこで、本実施形態のピストンシュー15においては、図5(a)および(b)に示されるように、本発明に係る焼結材料19を当該ピストンシュー15の基材に一体化することで形成される摺動面部Hを設けるようにされている。これにより、当該斜板式油圧ピストンポンプ11の高出力化が可能になる。なお、符号15a(20a)で示されるのは、油供給路であり、符号15b(20b)で示されるのは、油潤滑溝である。

#### 【0067】

なお、本実施形態の斜板式油圧ピストンポンプ11とは型式が異なるラジアル式油圧ピストンポンプ(図示省略)においても、そのピストンシュー20の摺動面部H'(図5(c)参照)、またはそのピストンシュー20の摺動相手であるカムリング(図示省略)の摺動面部、その他シリンダブロックとピントルの摺動面部に、本実施形態と同様に本発明に係る焼結摺動材料を配することで、当該ラジアル式油圧ピストンポンプの高出力化を図ることができる。また、図示による詳細説明は省略するが、本実施形態の斜板式油圧ピストンポンプ11およびラジアル式油圧ポンプのそれぞれとその基本構成を一にする斜板式油圧ピストンモータおよびラジアル式油圧ピストンモータにおいても、本発明の主旨に沿えば、本実施形態と同様の作用効果を得ることができるのは言うまでもない。

#### 【0068】

また、本実施形態においては、ピストンシュー15が、当該ピストンシュー15の基材に本発明に係る焼結材料19が焼結接合または溶浸接合によって一体化されてなるものを

示したが、これに限られず、図6に示されるように、ピストンシューの基材に本発明に係る焼結材料19'が圧入・嵌合によって一体化されてなるピストンシュー15'のような態様であっても良い。

#### 【0069】

(第3の実施形態)

図7には、本発明の第3の実施形態に係る斜軸式油圧ピストンポンプの要部構造説明図(a)および(a)におけるQ部拡大図(b)がそれぞれ示されている。

#### 【0070】

本実施形態に係る斜軸式油圧ピストンポンプ21においては、ドライブシャフト22に対しシリンダブロック23が傾斜して配置され、そのドライブシャフト22の駆動にて、当該ドライブシャフト22の円板状端部22aに形成された球面凹部と嵌合する球状頭部を一端部に具備してなるピストンロッド24、およびそのピストンロッド24と嵌め合い係合するピストン25を介してシリンダブロック23を、センタシャフト26の軸心Sを中心に回転させることにより、ピストン25をシリンダブロック23内で往復運動させ、これによりバルブプレート27の吸入ポート27aを介して吸い込まれた油を高圧にしてそのバルブプレート27の吐出ポート27bから吐出するように構成されている。

#### 【0071】

ところで、前記ピストンロッド24およびセンタシャフト26のそれぞれにおける球状頭部の球面部位での摺動速度は、 $0.1\text{ m/sec}$ 以下と極めて遅く、その摺動面での潤滑状態が境界潤滑になりやすいために、従来は異音の発生が起りやすい問題があった。そこで、本実施形態においては、ピストンロッド24およびセンタシャフト26のそれぞれにおける球状頭部の球面部位に、本発明に係る焼結摺動材料28を焼結接合または溶浸接合することによって形成される摺動面部を配するようになっている(図7(b)参照)。これにより、従来問題となっていた異音の発生を未然に防ぐことが可能になる。なお、ドライブシャフト22の円板状端部22aにおける球面凹部の球面部位に、前記焼結摺動材料28を配することによっても、本実施形態と同様に異音の発生を未然に防ぐことができるのは言うまでもない。

#### 【実施例1】

##### 【0072】

次に、本発明の具体的な実施例について、図面を参照しつつ説明する。

##### 【0073】

(焼結摺動材料の製造法とその検証)

本実施例においては、Mo(1)粉末(平均粒径 $0.8\mu\text{m}$ )およびMo(2)粉末(平均粒径 $4.7\mu\text{m}$ )のそれぞれに対して、3重量%のパラフィンワックスを配合して、内径が46mm、高さが50mmの円筒形状に $2\text{ ton/cm}^2$ の加圧力で成形した。そして、得られた各成形体を、 $950\sim 1250^\circ\text{C}$ で1hr焼結した後に、 $\text{N}_2$ ガスで冷却した。

##### 【0074】

ここで、基本となるMo(1)粉末を主体とする成形体(成形体密度; $4.65\text{ gr/cm}^3$ )は、 $950^\circ\text{C}$ で既に顕著な収縮性を示してその焼結性が発現され、 $1100^\circ\text{C}$ 、 $1150^\circ\text{C}$ 、 $1200^\circ\text{C}$ のそれぞれにおいてその焼結性はほぼ飽和するものの収縮率14.6%の顕著な収縮性を示し、相対密度で59%(気孔率41%)にまで密度の向上が図られた。一方、Mo(2)粉末を主体とする成形体(成形体密度 $5.82\text{ gr/cm}^3$ )においては、焼結により収縮率4.5%の収縮性を示し、十分な焼結性が確保されることが分かった。

##### 【0075】

そして、Mo(1)粉末を主体とする成形体から作製された焼結体(以下、単に「Mo(1)焼結体」という。)、およびMo(2)粉末を主体とする成形体から作製された焼結体(以下、単に「Mo(2)焼結体」という。)のいずれにおいても、相対密度が約60%で、約40体積%の気孔率を有する高強度な多孔質体となることが確認された。



## 【0076】

ところで、従来のCu系、Fe系焼結含油軸受の気孔は、主にSnやCuの流出孔を利用したものであることから、その気孔径が $10\sim40\mu\text{m}$ 程度の粗大なものとなっている。このことは、摺動面での気孔の早期閉塞化を防止する上で有利に働くものの、一方においては、1) 摺動面に作用する油圧の逃げを大きくして、境界潤滑下での潤滑油膜の形成を難しくする、2) 摺動面における潤滑油のポンプ作用が小さくなるために、潤滑油が気孔から顕著に流出する、3) 重力の影響によって潤滑油が摺動面に偏在するようになり、荷重が作用する方向によっては潤滑油不足による早期の焼付きが生じる恐れがある、などの問題を有している。

## 【0077】

これに対し、本実施例の例えばMo(1)焼結体においては、 $1185^{\circ}\text{C}$ で焼結された当該Mo(1)焼結体の断面組織写真が示された図8(a)および同焼結体の破断面組織写真が示された同図(b)から明らかなように、平均サイズが $0.3\mu\text{m}$ 以下の微細な気孔がきめこまかに分散されているとともに、それら気孔が通じ合って構成されるスケルトン構造になっている。したがって、このMo(1)焼結体によれば、浸透力が極めて大きくなるために、潤滑油等を多量に含油させることができるとともに、摺動中において当該焼結体からの潤滑油等の流出を極めて少なくすることができ、従来のCu系、Fe系焼結含油軸受が有する先の問題を本質的に解決し得ることは極めて明らかであるといえる。さらに、当該Mo(1)焼結体中における銅合金相が極めて均一に分散されるので、組織的強度の高い焼結摺動材料を得ることができる。

## 【0078】

また、従来、Mo粉末の焼結体は、水素気流中において $2300\sim2500^{\circ}\text{C}$ で焼結されるのが一般的であり、またその時の成形密度は $9.2\sim9.5\text{gr}/\text{cm}^3$ （相対密度； $90\sim93\%$ 、収縮率 $17.5\sim20\%$ ）であり、しかもその後に施される熱間加工によって更に高密度化されているが、焼結温度が $1150^{\circ}\text{C}$ の予備焼結レベルでは殆ど焼結が進行せず、 $1300^{\circ}\text{C}$ の焼結温度において $2\sim4\%$ 程度の収縮率を示すという難焼結材料であった。

## 【0079】

これに対し、本実施例では、 $0.01\sim1\text{torr}$ レベルの真空焼結を実施して、原料の粉末表面に形成される低融点Mo酸化物〔例えば、 $\text{MoO}_3$ （融点； $795^{\circ}\text{C}$ 、沸点； $1151^{\circ}\text{C}$ ）〕による液相を発生させて焼結を促進させるようにされている。このことを如実に表わす図8(c)の組織写真にて示されるように、低融点酸化物が液相化することで焼結が部分的にまとまって顕著に促進された痕跡が散見され、またこの焼結が顕著に促進された部位においては、冷却過程で部分的にクラックが発生していることがうかがえる。このことから、Mo金属粉末に $\text{MoO}_3$ 等の低融点Mo酸化物を積極的に添加することで液相焼結性を高め、また焼結温度を適宜高温側に移させることによりその低融点Mo酸化物を還元または同酸化物の酸素成分を揮発除去するで、高密度なMo焼結体が得られることは明らかであり、また焼結時の酸素ポテンシャルを制御することによっても高密度化が図られることは明らかである。

## 【0080】

なお、前記低融点Mo酸化物の例として挙げた $\text{MoO}_3$ に代えて、真空焼結にて容易に還元されるNi、Fe、Cu、Co、Sn等の酸化物（例えば、 $\text{NiO}$ 、 $\text{CoO}$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{CuO}$ 等）を添加して、Mo金属粉末の焼結性を促進する酸素源とすることも好ましい。この際の酸化物の添加量は、従来の液相焼結が $10$ 体積％で完全に緻密化されていることを勘案すれば、酸素添加量として $0.1\sim3.0$ 重量％程度で十分である。

## 【0081】

また、前記Mo(1)焼結体およびMo(2)焼結体において、各焼結体のヤング率は、各焼結体に所定の割合で含有されている気孔の影響により、金属Moのヤング率 $30000\text{kgf}/\text{mm}^2$ の $20\sim30\%$ 程度にまで低減され、銅系溶製材料程度の当り性が実現されることが分かった。また、各焼結体の硬さ（ $1150^{\circ}\text{C}$ 焼結時）については、Mo

(1) 焼結体が $H_v = 92$ で、Mo (2) 焼結体が $H_v = 66$ であり、摺動材料として馴染みに優れた硬さに達することと、より組織的に微細なMo (1) 焼結体の方がMo (2) よりも高硬度・高強度化されることが確認された。また、Mo (1) 焼結体に比し硬度、強度がやや劣るMo (2) 焼結体であっても、その圧環強度が、一般的な含油軸受の圧環強度 ( $15 \text{ kgf/mm}^2$  以上、引張強度約  $7 \text{ kgf/mm}^2$  以上) を十分に達成することが確認された。したがって、これらMo焼結体中の気孔に低融点合金を溶浸させることによって、ターボチャージャのような高速・高温摺動下での摺動面潤滑用低融点合金 (Pb等) の供給性が確保され、かつ前記焼結気孔径が小さいことによる流体潤滑性が確保されやすい焼結摺動材料が提供できることは明らかであり、さらに、その低融点合金の溶浸性を改善するために、少なくともPbとMoとの親和性に優れたTi, Mg, Te, Ca, Ba, Se, の1種以上および/またはPbへの固溶性に優れたMoとの親和性に優れたCu, Ni, Co, Alの1種以上が含有されていることが必要であることは明らかである。なお、溶浸方法としては、前記Mo焼結体上に前記低融点金属を配置して、 $450^\circ\text{C}$ 以上の真空、還元もしくは中性雰囲気中で加熱する方法であってもよいが、 $450^\circ\text{C}$ 以上の低融点合金液中に前記Mo焼結体を浸漬して、加圧溶浸させることが溶浸の確実性を確保する観点から好ましいことは明らかである。また、これら低融点合金材料の室温における強度が数 $\text{kgf/mm}^2$ 程度であることから、その焼結摺動材料の強化に寄与することは明らかである。

#### 【0082】

さらに、本実施例においては、Mo (1) 粉末の成形体を $1000 \sim 1200^\circ\text{C}$ で焼結する際に、Cu-10重量%Sn (溶浸剤1) の成形体をそのMo (1) 粉末の成形体の上に配して焼結と同時に溶浸させる溶浸焼結法を行うことにより、通気孔がなく高密度な青銅合金-Mo系溶浸焼結体を製造した。また、Cu-20重量%Sn (溶浸剤2) の成形体とMo (1) 粉末の成形体とから先の溶浸焼結法により青銅合金-Mo系溶浸焼結体を製造した。さらに、溶浸剤1の成形体とMo (2) 粉末の成形体とを用いて青銅合金-Mo系溶浸焼結体を、溶浸剤2の成形体とMo (2) 粉末の成形体とを用いて青銅合金-Mo系溶浸焼結体を、それぞれ先の溶浸焼結法により製造した。なおここで、前記溶浸剤1および溶浸剤2の成形体は、いずれのものも所定の電解銅粉末 (CE15)、#250メッシュ以下のSnアトマイズ粉末、および有機潤滑剤からなる混合粉末に対して $4 \text{ ton/cm}^2$ の加圧力を作用させてMo (1) およびMo (2) 粉末の成形体と同様に円筒形状で、かつ溶浸量を合わせるためにその高さ寸法を適宜調整するようにして成形されたものである。

#### 【0083】

そして、この溶浸焼結法を用いた青銅合金-Mo系溶浸焼結体の製造方法によって、例えば、Mo (1) 粉末の成形体においては、溶浸焼結前の成形体密度が $4.65 \text{ gr/cm}^3$  (相対密度; 約46%に相当) であったものが、溶浸剤2を用いた $1150^\circ\text{C}$ の溶浸焼結後に、その成形体密度が $9.31 \text{ gr/cm}^3$ にまで高められ、またその硬さが $H_v 325$ にまで硬化されることが確認された。

#### 【0084】

また、Mo (1) 粉末の成形体と溶浸剤2とから製造された青銅合金-Mo系溶浸焼結体の組織写真が示されている図9 (a)、およびMo (2) 粉末の成形体と溶浸剤2とから製造された青銅合金-Mo系溶浸焼結体の組織写真が示されている同図 (b) から明らかのように、いずれの青銅合金-Mo系溶浸焼結体においても、その組織中における気孔が殆ど無くなり、組織的強度が高められていることが分かる。また、より細粒のMo (1) 粉末 (平均粒径 $0.8 \mu\text{m}$ ) が用いられてなる同図 (a) の青銅合金-Mo系溶浸焼結体は、そのMo (1) 粉末よりも粗いMo (2) 粉末 (平均粒径 $4.7 \mu\text{m}$ ) が用いられてなる同図 (b) の青銅合金-Mo系溶浸焼結体と比較して、極めて微細で均一な組織となっており、同図 (a) に示される青銅合金-Mo系溶浸焼結体の方が同図 (b) に示される青銅合金-Mo系溶浸焼結体よりも高硬度、高強度で、かつ摺動特性に優れることが分かる。



## 【0085】

また、Mo (1) 粉末の成形体およびMo (2) 粉末の成形体のそれぞれに対して先の溶浸焼結法を施す場合の寸法収縮率を調べると、Mo (1) 粉末の成形体に先の溶浸焼結法を施した場合には、1000℃で10%、1150℃で8.1%、1200℃で7.3%の収縮率であるのに対して、Mo (2) の成形体に先の溶浸焼結法を施した場合には、3.7%以内の収縮率で収まることが分かった。そして、この収縮率の差が焼結体の骨格となるMo金属粉末の焼結性に最も影響され、特にSnを多量に含有する青銅合金の溶浸焼結ではSnの蒸発との関係から1150℃以下の温度で実施するのが好ましいことが分かった。さらにまた、本実施例に係る溶浸焼結法が、Mo金属相を35~70体積%含有し、その残部がCuまたはCu合金相からなる高密度な焼結摺動材料を製造する方法として極めて好ましいことも分かった。

## 【0086】

さらに、Mo金属粉末 (Mo (1) 粉末、Mo (2) 粉末) に予め耐摩耗性を高める硬質粒子 (例えば、TiC, TiN, TiCN, W, CrN, フェロモリブデン (例えば50~70重量%Mo-Fe), Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 等) や固体潤滑剤 (例えばCaF<sub>2</sub>, 黒鉛等) を添加してなる粉末成形体に対して先の溶浸焼結法を施すことで、より高強度で潤滑性能に優れる無給脂焼結摺動材料を形成することができることは明らかである。とりわけ、微細なMo粉末を利用することにより、Mo粒子より大きくて軟質な固体潤滑剤を多量に添加した場合においても、高強度を担保しつつ摺動性能に優れた焼結摺動材料とすることができることは明らかである (例えば、本出願人の既提案に係る特許3214862号公報参照)。このことから、例えば油圧ショベル等の作業機連結装置において、作業機連結ピンおよび軸受プッシュのうちの少なくとも1種を、固体潤滑剤を含有するMo系またはMo-Cu (Cu合金) 系の焼結摺動材料が一体化されてなるものとすることにより、当該作業機連結装置を、長期間の給脂間隔もしくは給脂無しで使用可能な連結装置とすることができることは明らかである。なおここで、固体潤滑剤の好ましい大きさがMo粉末径の約3倍以上、より好ましくは5倍以上であることは、図10 (a) (b) の模式図に示される幾何学的な関係から明らかである。

## 【0087】

さらに、本実施例では、電解Cu粉末 (CE15、福田金属社製) と前記Mo (2), Sn, TiH, Pb粉末および#350メッシュ以下のFe27重量%Pを用いて表1の組成となるようにMoが重量%で0, 3, 5, 10, 15, 25重量%となるように配合し、成形後、850~950℃で焼結し、その液相焼結性を調査した。なおここで、TiH, Pb, Fe27Pは、Mo粉末との濡れ性を改善するために添加されるものである。

## 【0088】

【表 1】

焼結摺動材料の配合(重量%)と定速摩擦摩耗試験結果

|                 | Cu(CE15) | Mo(2) | Sn | Cu20Sn | TiH | Pb | Fe27P | 865℃                    | 限界焼付き                    | 備考   |
|-----------------|----------|-------|----|--------|-----|----|-------|-------------------------|--------------------------|------|
|                 |          |       |    |        |     |    |       | 密度(gr/cm <sup>3</sup> ) | 面圧(kgf/cm <sup>2</sup> ) |      |
| B1              | Bal.     | 0     | 6  | 28     | 0.7 | 8  | 1     | 8.5                     | 300                      |      |
| B2              | Bal.     | 5     | 6  | 28     |     | 8  |       | 7.65                    | 350                      | 発泡有り |
| B3              | Bal.     | 3     | 6  | 28     | 0.7 | 8  | 1     | 8.38                    | 350                      |      |
| B4              | Bal.     | 5     | 6  | 28     | 0.7 | 8  | 1     | 8.6                     | 450                      |      |
| B5              | Bal.     | 10    | 6  | 28     | 0.7 | 8  | 1     | 8.9                     | 600                      |      |
| B6              | Bal.     | 15    | 6  | 28     | 0.7 | 8  | 1     | 9.1                     | 650                      |      |
| B7              | Bal.     | 25    | 6  | 28     | 0.7 | 8  | 1     | 9.2*                    | 700                      |      |
| Mo溶射            |          |       |    |        |     |    |       |                         | 650                      |      |
| C(Mo(2)/Pb-1Ti) |          |       |    |        |     |    |       |                         | 850                      |      |
| D(Mo(2)/Bi-4Ni) |          |       |    |        |     |    |       |                         | 800                      |      |
| E(Mo(1)/Cu20Sn) |          |       |    |        |     |    |       |                         | 800                      |      |
| F(Mo(2)/Cu20Sn) |          |       |    |        |     |    |       |                         | 750                      |      |
| G(5重量%黒鉛)       |          |       |    |        |     |    |       |                         | 800                      |      |
| LBC4            |          |       |    |        |     |    |       |                         | 250                      | 異常摩耗 |
| 高力黄銅(P31C)**    |          |       |    |        |     |    |       |                         | 350                      |      |

\* 焼結温度885℃

\*\* 中越合金

## 【0089】

その結果、表1の右欄に記載するように、濡れ性の改善によって多量のMo粒子が分散した状態においてもより高密度な青銅合金-Mo系溶浸焼結体を得られることが分かった。また、図11(a)および同図(b)は、それぞれ表1中のNo. B4およびNo. B6の焼結体の焼結組織を表わしたものであって、いずれの場合においても極めて高密度に焼結化しており、またTi, Pbを添加して液相焼結時の濡れ性を改善したこのNo. B4, No. B6の焼結体においては、焼結温度を865℃に調整することによって焼結密度(焼結体中の気孔率)を十分に高めることができ、またそれらの焼結体の硬さがHv120, Hv145であり、高面圧下の摺動材料として十分な圧環強度、引張強度が得られることが分かった。そして、これら摺動材料は、油潤滑下での高速、軽負荷な摺動条件で用いられる摺動材料としても好適であることは明らかである。

## 【実施例2】

## 【0090】

(定速摩擦摩耗試験)

本実施例では、図12に示される定速摩擦摩耗試験機を用いて、先の実施例で製作した青銅合金-Mo系溶浸焼結体の限界耐焼付き面圧もしくは異常摩耗発生面圧を調査した。また、Mo(2)焼結体にPb-1重量%Ti, Bi-4重量%Niを700℃で溶浸させた摺動材料(C), (D)、Mo(1)成形体およびMo(2)成形体のそれぞれに対してCu-20重量%Sn合金を溶浸させた摺動材料(E), (F)と黒鉛を0.1~0.3mm径の水ガラスで造粒した黒鉛をMo(2)マトリックスに対して5重量%(約30体積%)分散させCu-20重量%Sn合金を溶浸させた摺動材料ブッシュ(G)についても実験に供した。さらに、比較材料としては、15重量%Pbを含有する鉛青銅溶製摺動材料と、特殊高力黄銅(PC31)と、試験片摺動面にMo金属をプラズマ溶射したもの(気孔率約10%)を準備した。なお、摺動試験条件は、SCM415に浸炭焼入れ焼戻し処理を施し、表面硬さがHRC60、表面粗さが3μm以下になるように調整した回転円盤を回転させながら、60℃に過熱した#10エンジン油を摺動試験片前面に5cm<sup>3</sup>/minで滴下潤滑しながら、摩擦係数とそのときの摩耗量を計測するが、所定の面圧で2min間の異常が無い場合には、面圧を50kgf/cm<sup>2</sup>単位で昇圧する操作を繰り返して、限界耐焼付き面圧もしくは異常摩耗発生限界面圧を調査した。

## 【0091】

その結果を表1の右欄にまとめて示したが、明らかに5重量%Mo以上の添加量とともに限界焼付き面圧が急激に改善され、Mo金属相の下限添加量が5重量%で、より好ましくは10重量%であり、その改善効果は、F供試材(70重量%Mo相当)で飽和し、Mo金属の優れた限界焼付き面圧に近づくことと経済的な観点からMo上限添加量を70重量%とすることが好ましいことが分かる(Moは最大90重量%まで添加可能)。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0092】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るターボチャージャ装置の概略構造説明図

【図2】図1におけるR部拡大図

【図3】油溝に供される丸孔やスリットが形成された焼結摺動材料の形状を例示する図

【図4】本発明の第2の実施形態に係る斜板式油圧ピストンポンプの要部構造説明図

【図5】ピストンシューを一部破断して表わす側面図(a)、(a)におけるP-P矢視図(b)および他の態様例に係るピストンシューを一部破断して表わす側面図(c)

【図6】圧入・嵌合型のピストンシューの構造説明図

【図7】本発明の第3の実施形態に係る斜軸式油圧ピストンポンプの要部構造説明図(a)および(a)におけるQ部拡大図(b)

【図8】微細粒径Mo粉末焼結体の組織写真で、断面組織写真(a)、破断面組織写真(b)および液相焼結が促進させた部位を表わす組織写真(c)

【図9】溶浸同時焼結した焼結体の組織写真で、Mo(1)粉末成形体に溶浸剤2で溶浸焼結した焼結体の組織写真(a)およびMo(2)粉末成形体に溶浸剤2で溶浸焼結した焼結体の組織写真(b)

【図10】成形体、焼結体中における固体潤滑剤粒子とMo粉末粒子の状態を表わす模式図

【図11】No. B4(5重量%Mo)の焼結体の組織写真(a)およびNo. B6(15重量%Mo)の焼結体の組織写真(b)

【図12】定速摩擦摩耗試験条件と試験片形状とを説明する図

【図13】従来のターボチャージャにおける浮動ブッシュの摺動面近傍の組成像を表わす図(a)、Pbの分布状態を表わす図(b)、Feの分布を表わす図(c)

【図14】従来のターボチャージャにおける浮動ブッシュの摺動面近傍の組成像を表わす図(a)、Pbの分布状態を表わす図(b)、Sの分布を表わす図(c)

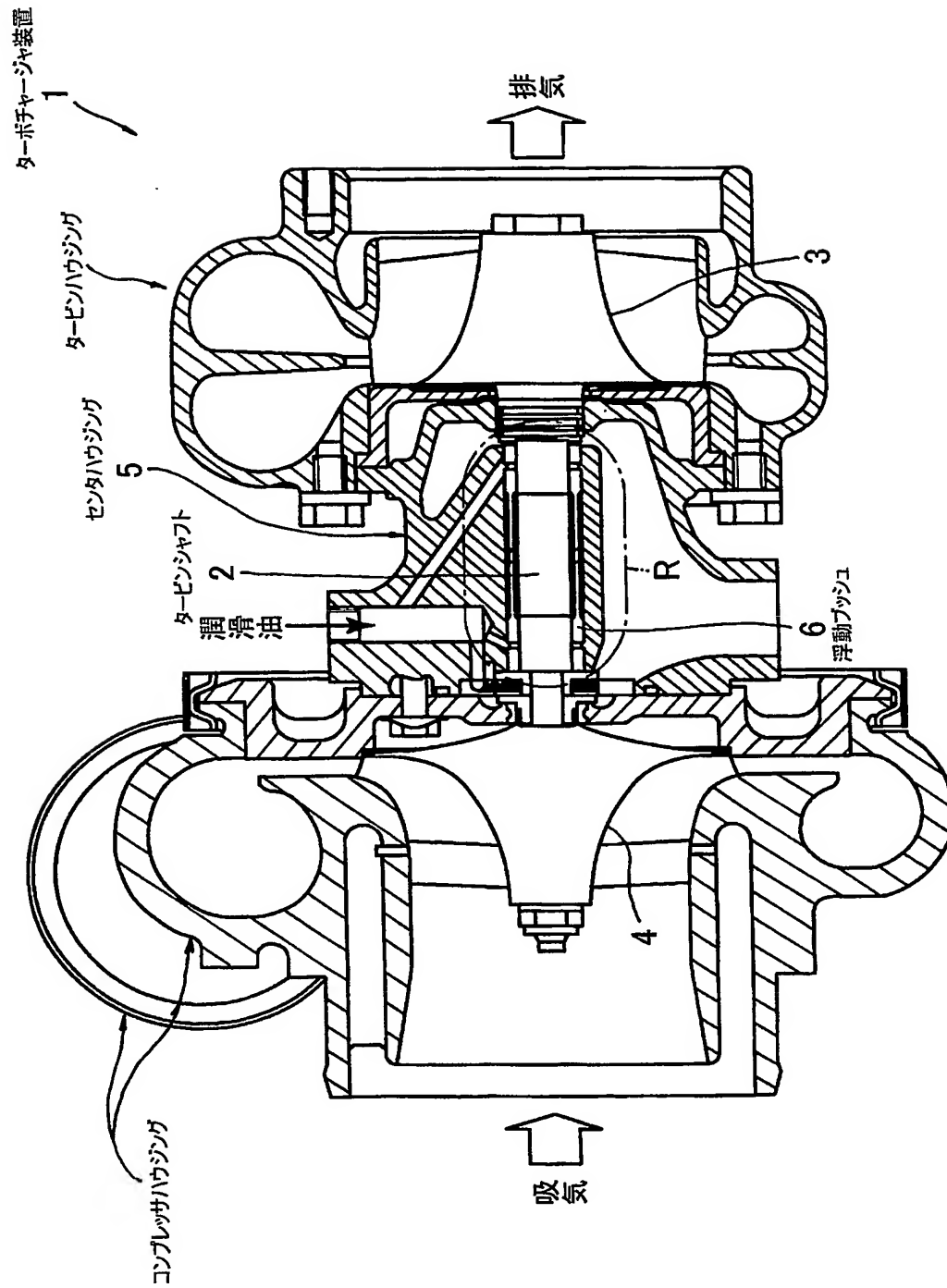
## 【符号の説明】

## 【0093】

|               |              |
|---------------|--------------|
| 1             | ターボチャージャ装置   |
| 2             | タービンシャフト     |
| 5             | センタハウジング     |
| 6             | 浮動ブッシュ       |
| 7, 7A, 7B,    | 焼結摺動材料       |
| 11            | 斜板式油圧ピストンポンプ |
| 15, 20        | ピストンシュー      |
| 19, 19', 19'' | 焼結摺動材料       |
| 21            | 斜軸式油圧ピストンポンプ |
| 24            | ピストンロッド      |
| 28            | 焼結摺動材料       |

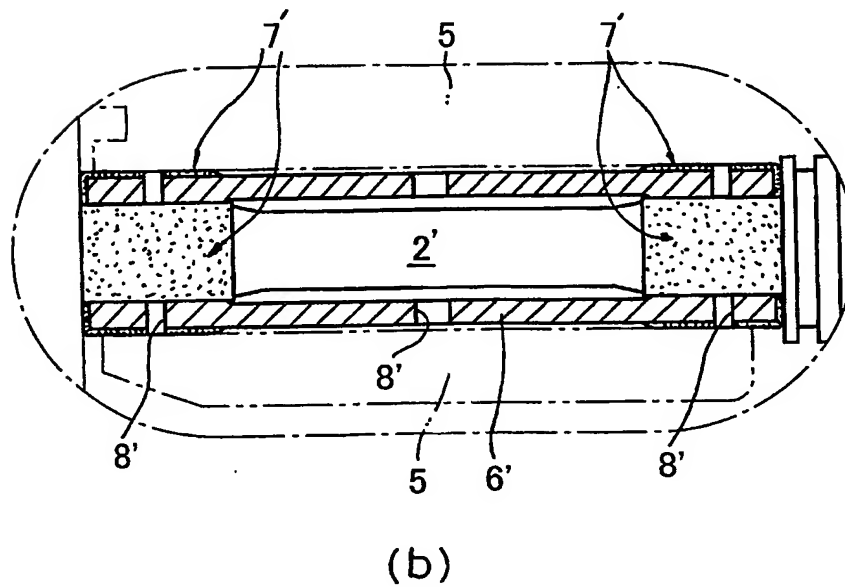
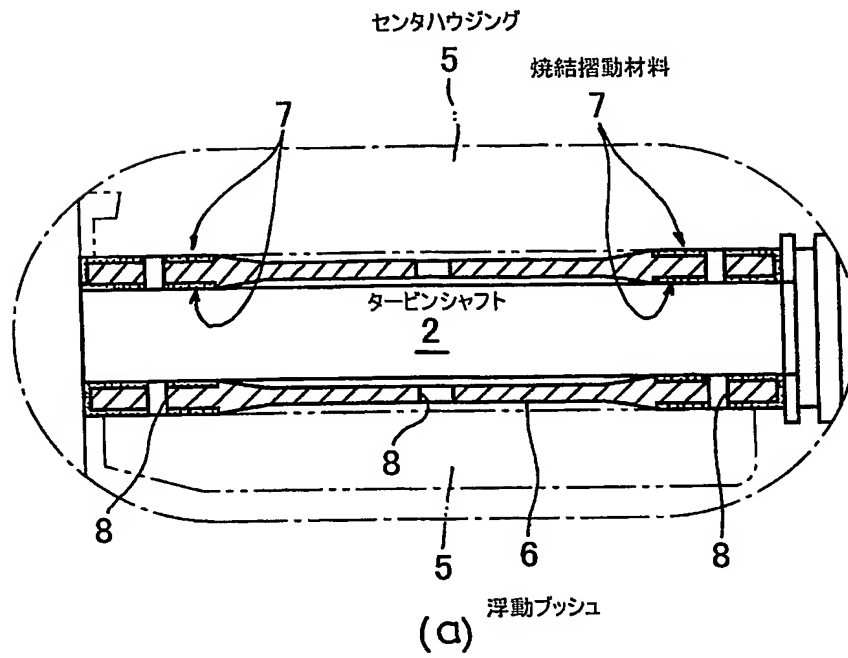
【書類名】 図面  
【図1】

本発明の第1の実施形態に係るターボチャージャ装置の概略構造説明図



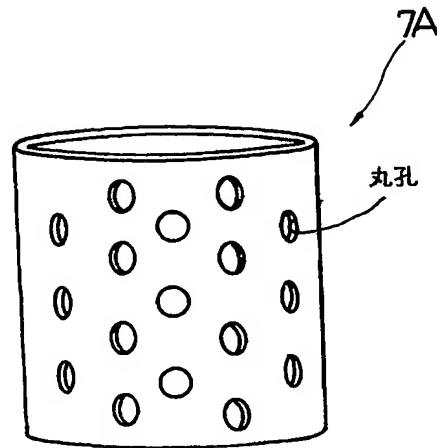
【図 2】

図1におけるR部拡大図

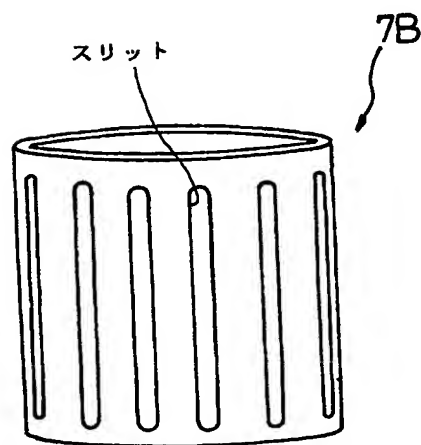


【図 3】

油溝に供される丸孔やスリットが形成された焼結摺動材料  
の形状を例示する図



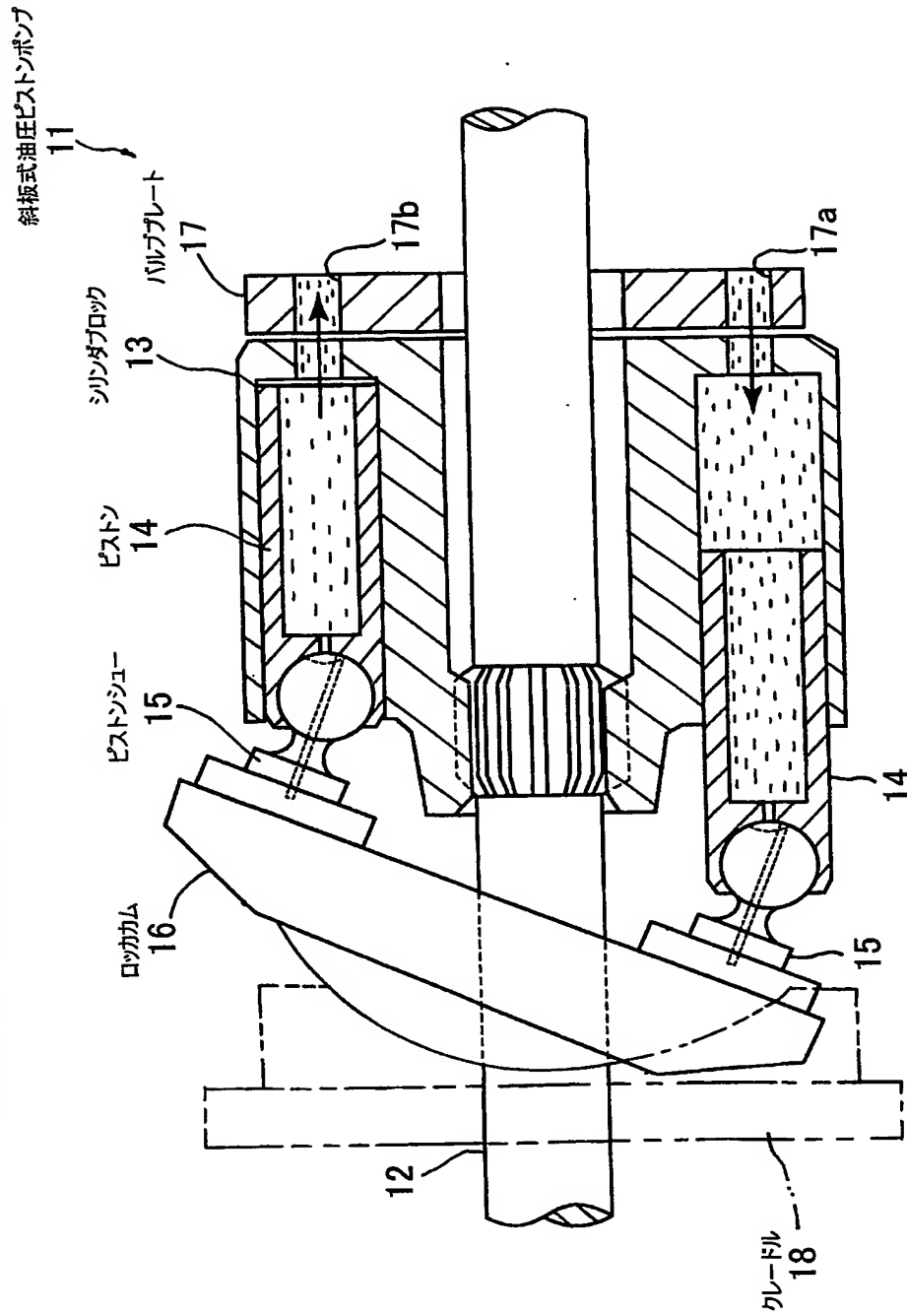
(a)



(b)

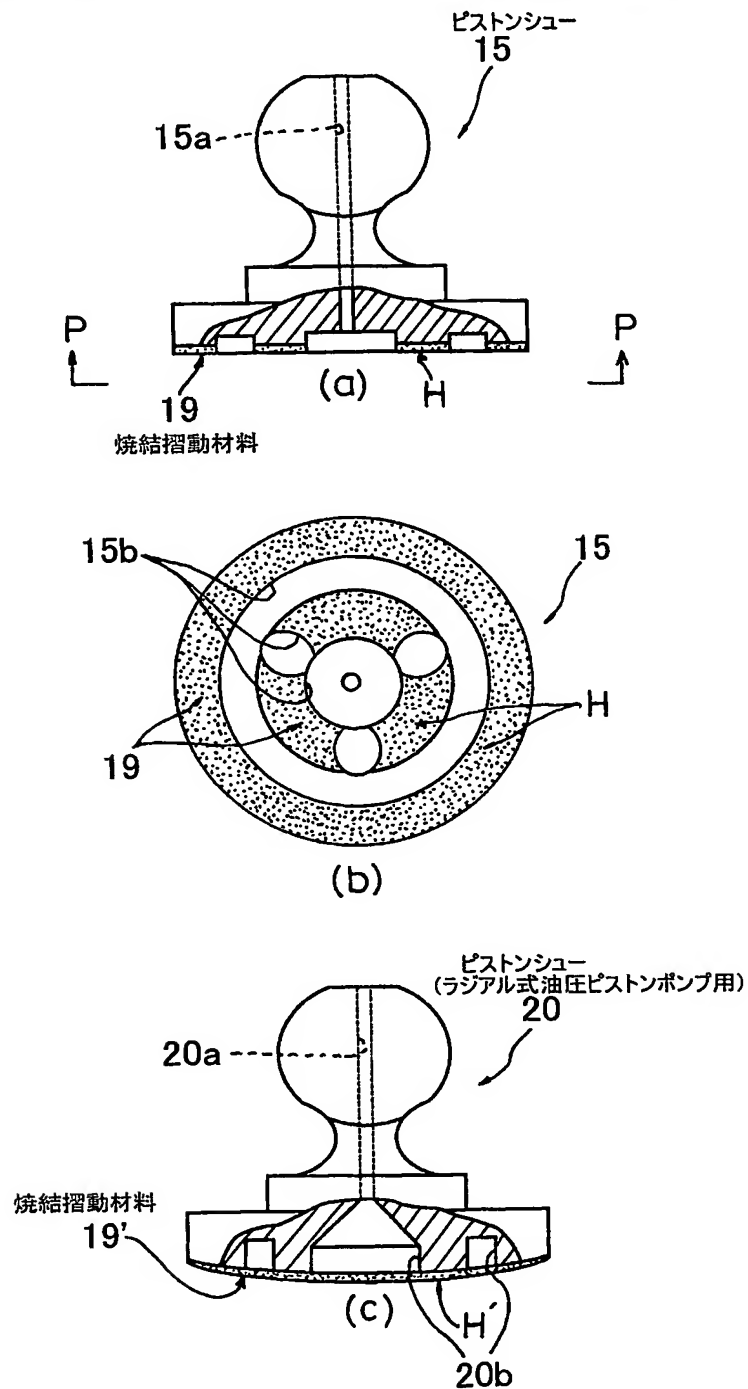
【図 4】

本発明の第2の実施形態に係る斜板式油圧ピストンポンプの要部構造説明図



【図5】

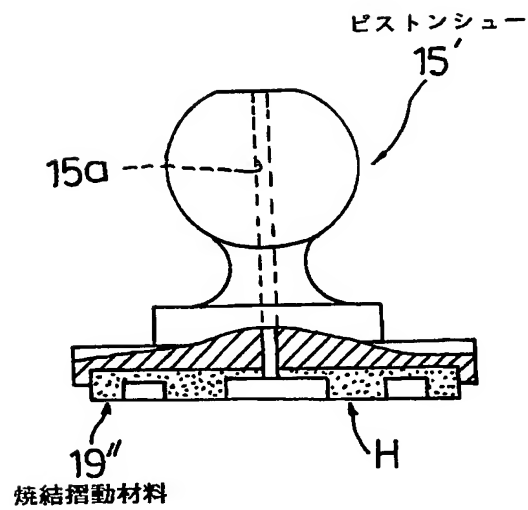
ピストンシューを一部破断して表わす側面図(a)、(a)におけるP-P矢視図(b)、  
および他の態様例に係るピストンシューを一部破断して表わす側面図(c)





【図 6】

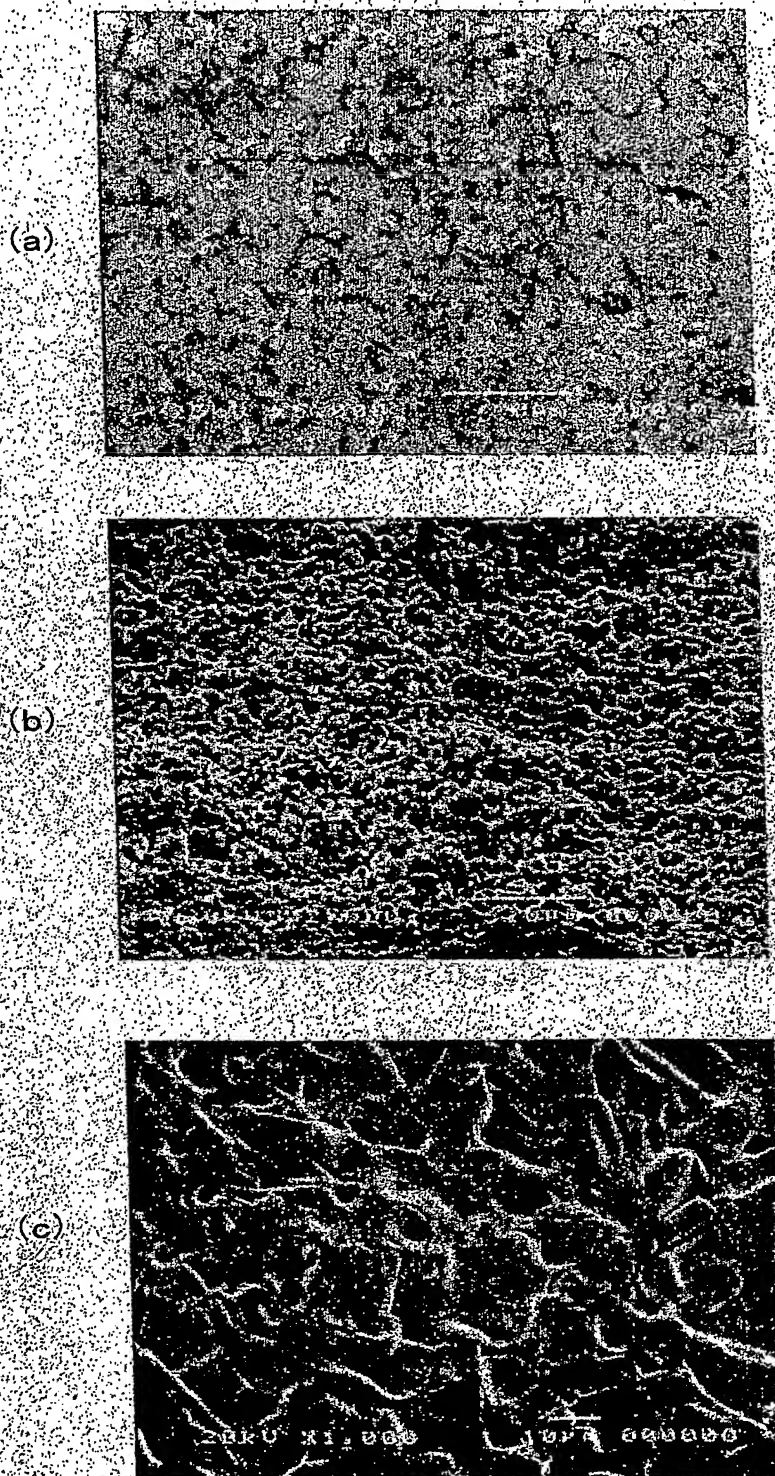
圧入・嵌合型のピストンシューの構造説明図





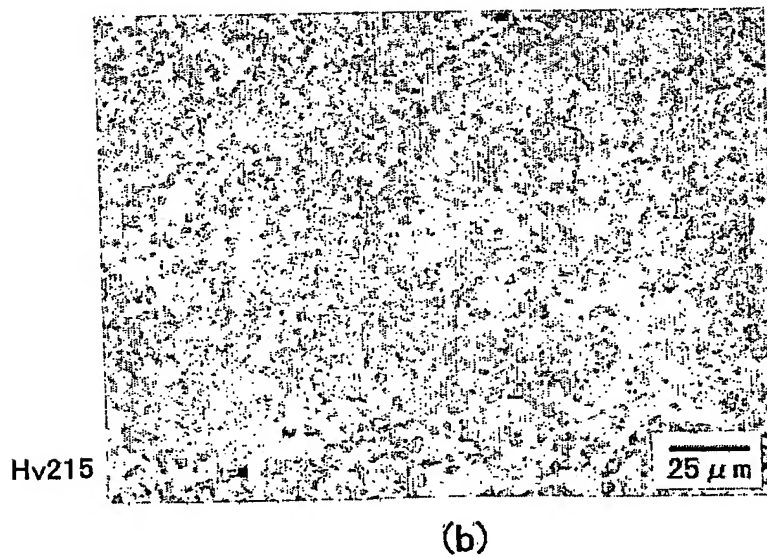
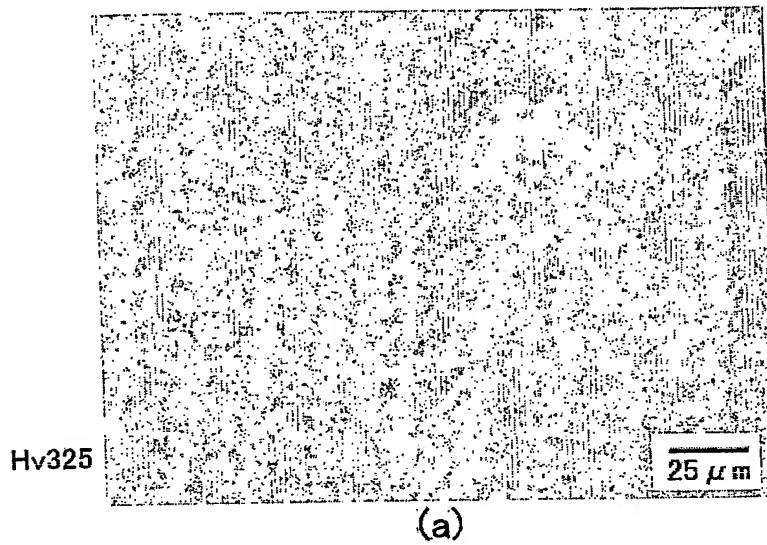
【図 8】

微細粒径Mo粉末焼結体の組織写真で、断面組織写真(a)、破断面組織写真(b)および液相焼結が促進された部位を表わす組織写真(c)



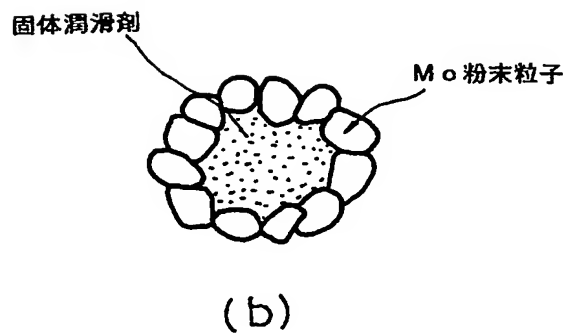
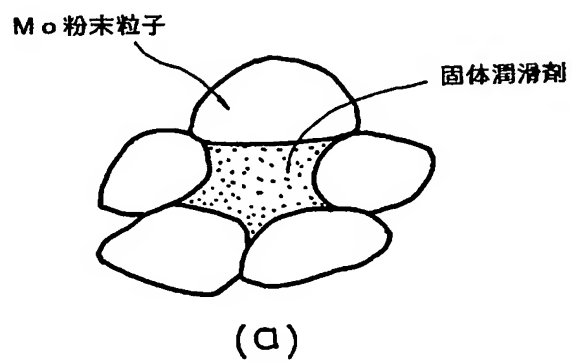
【図9】

溶浸同時焼結した焼結体の組織写真で、Mo(1)粉末成形体に溶浸剤2で溶浸焼結した焼結体の組織写真(a)およびMo(2)粉末成形体に溶浸剤2で溶浸焼結した焼結体の組織写真(b)



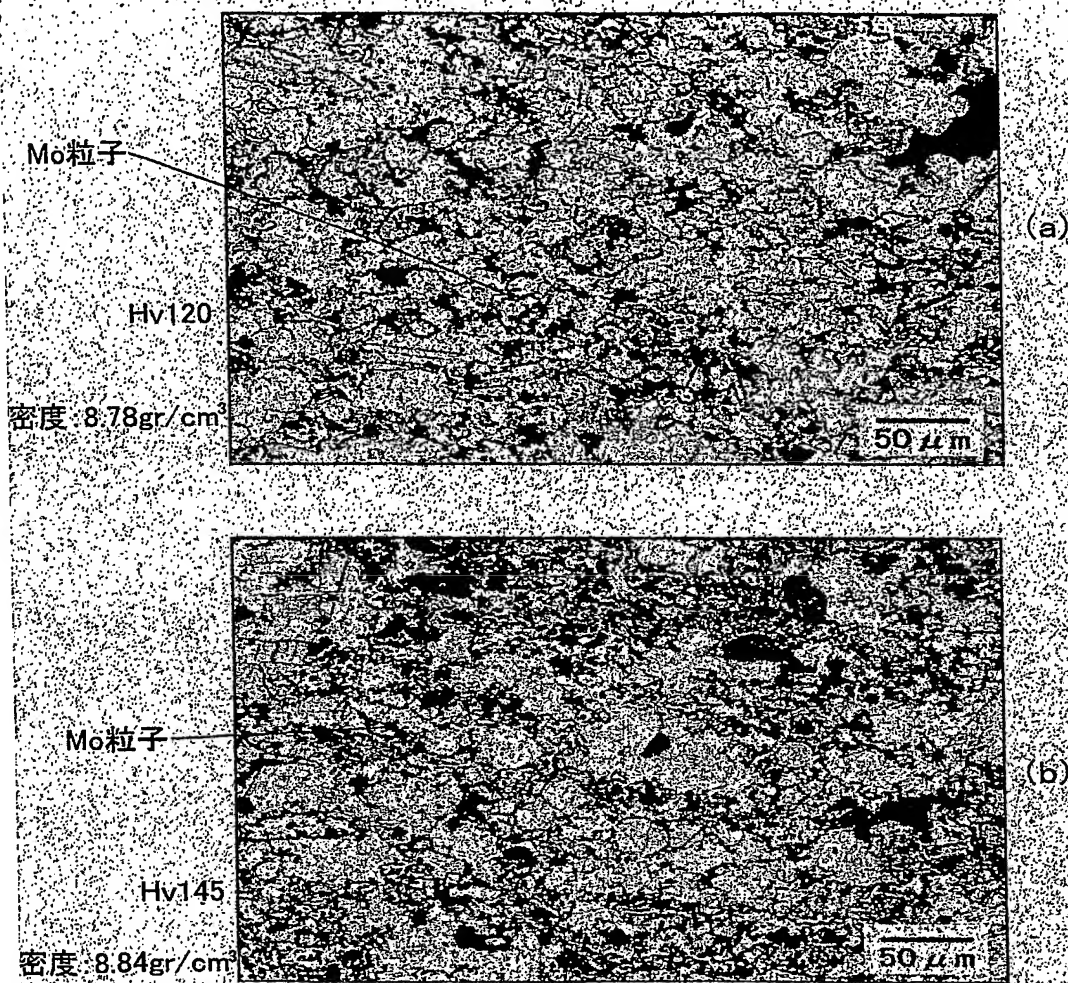
【図10】

成形体、焼結体中における固体潤滑剤粒子とMo粉末粒子の  
状態を表わす模式図



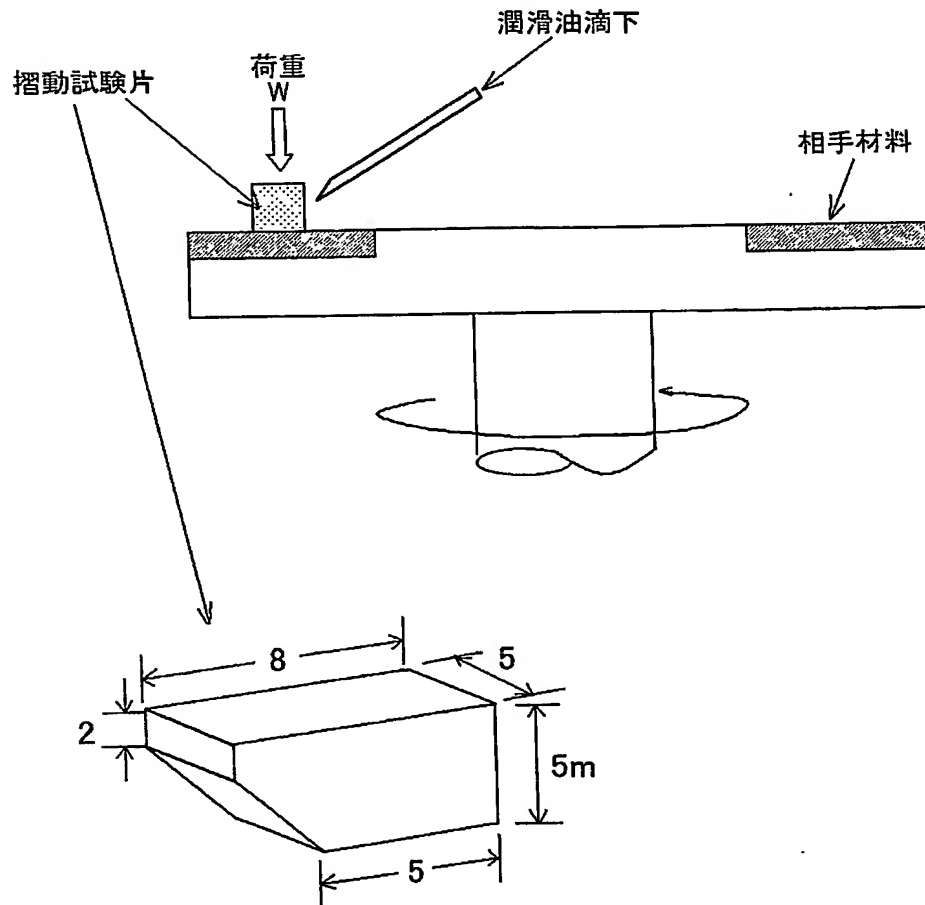
【図11】

No.B4(5重量%Mo)の焼結体の組織写真(a)およびNo.B6(15重量%Mo)の  
焼結体の組織写真(b)



【図 12】

定速摩擦摩耗試験条件と試験片形状とを説明する図



## 摺動試験条件

相手材料 : SCM420 浸炭焼入れ焼戻し

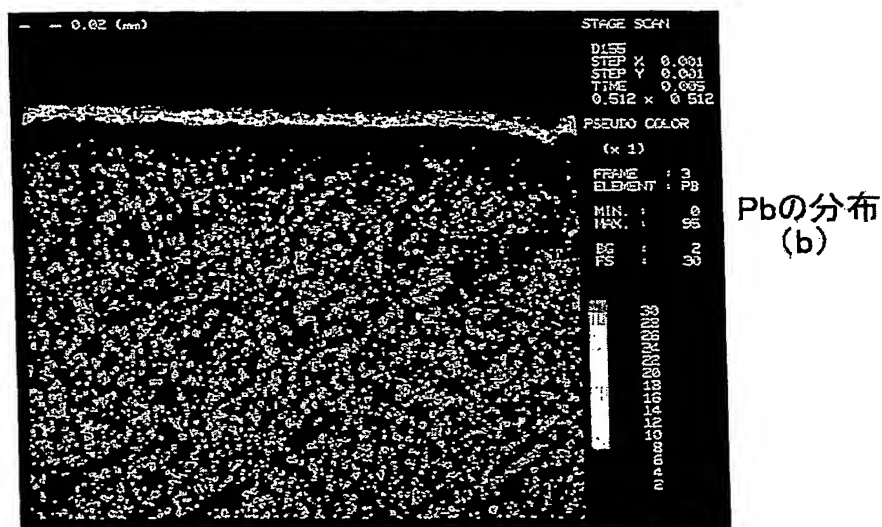
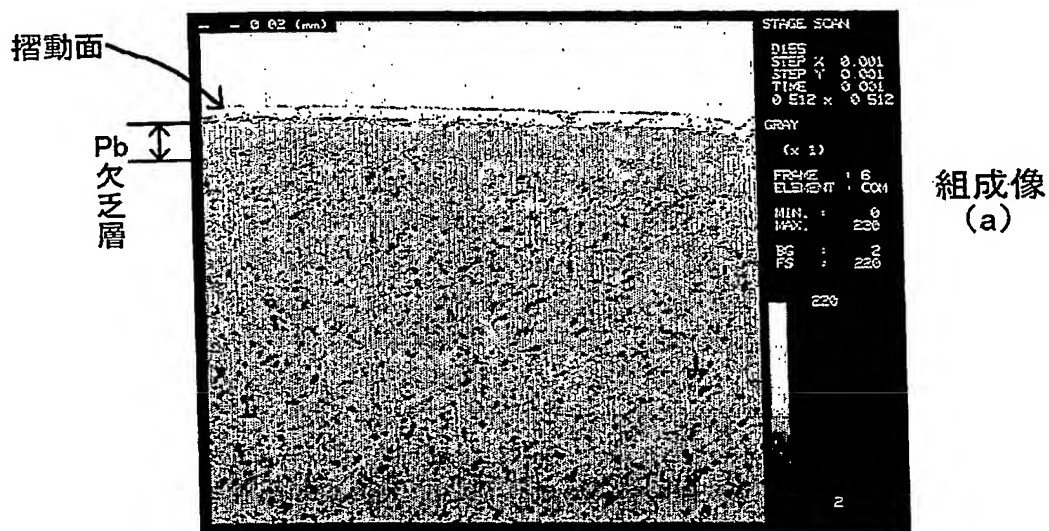
表面硬さ: HRC60~62

面粗さ: 3S 以下

潤滑油 : E010 番、油量 :  $5\text{cm}^3/\text{min}$  (滴下)油温 :  $60^\circ\text{C}$ 移動速度 :  $10\text{m/sec}$ 、面圧 :  $\text{Max}800\text{kgf/cm}^2$

【図 13】

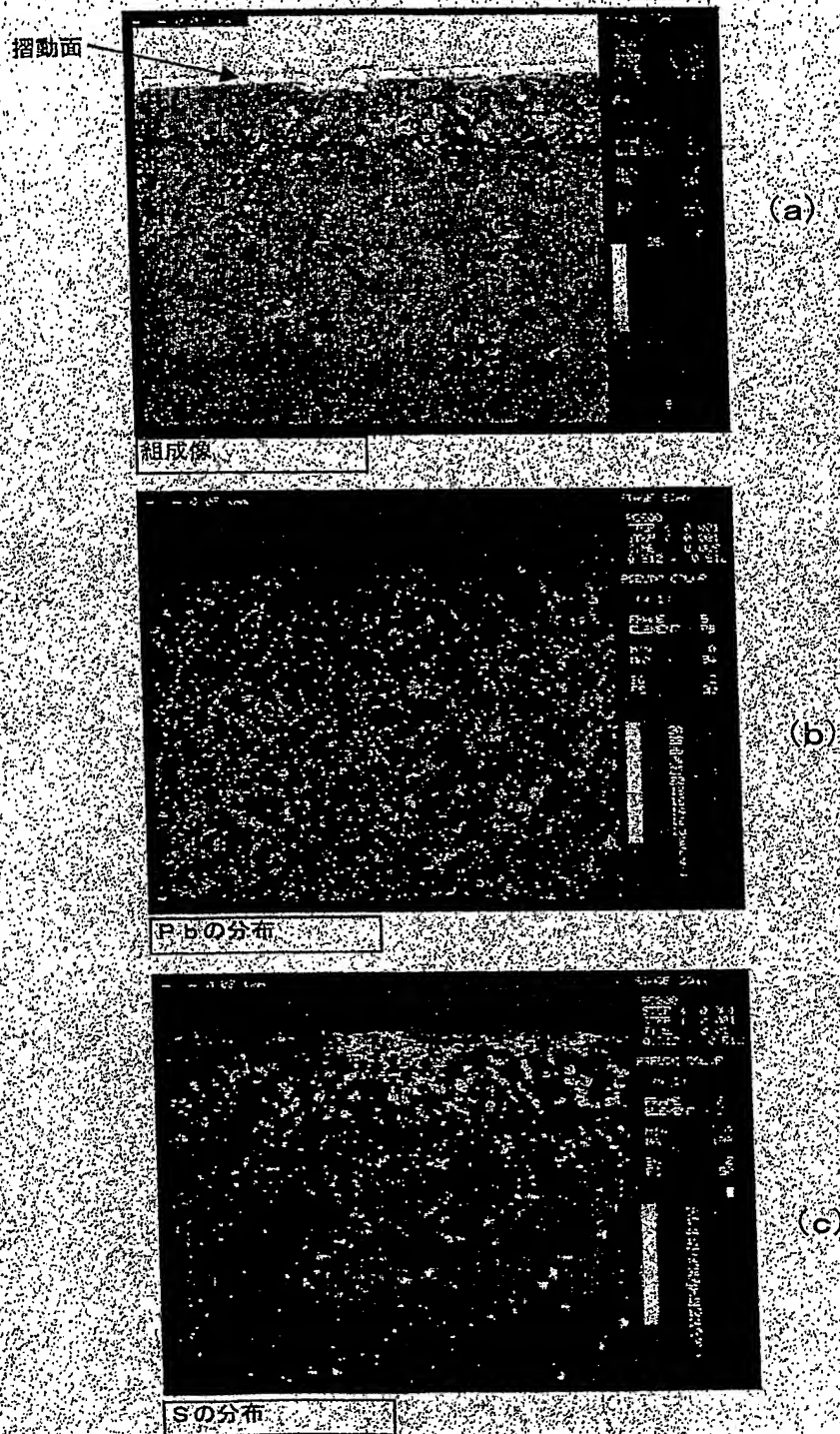
従来のターボチャージャにおける浮動ブッシュの摺動面近傍の組成像を表わす図(a)、  
Pbの分布状態を表わす図(b)、Feの分布を表わす図(c)





【図 14】

従来のターボチャージャにおける浮動ブッシュの摺動面近傍の組成像を表わす図(a)、  
Pbの分布状態を表わす図(b)、Sの分布を表わす図(c)



**【書類名】要約書****【要約】**

**【課題】** 高速・高温摺動や高面圧・高速摺動下においても摺動時の馴染み性に優れて良好な耐焼付き性、耐摩耗性を示す焼結摺動材料、摺動部材および摺動部品並びにそれが適用される装置を提供する。

**【解決手段】** 例えば、ターボチャージャ装置 1 において、センタハウジング 5 に形成された軸受面に摺接する浮動ブッシュ 6 の外周面、およびタービンシャフト 2 に摺接する浮動ブッシュ 6 の内周面に、それぞれ焼結摺動材料 7 が一体化されることで形成される摺動面部を配し、その焼結摺動材料 7 を、少なくとも Mo ; 5 ~ 75 重量%を必須成分として含有し、残りが Sn ; 5 ~ 20 重量%を含有する青銅合金相からなり、かつ相対密度が 90 % 以上の青銅合金-Mo 系焼結体からなるものとする。

**【選択図】** 図 2

特願 2 0 0 3 - 3 1 0 9 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 2 3 6 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]  
住 所  
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日  
新規登録  
東京都港区赤坂二丁目 3 番 6 号  
株式会社小松製作所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**